

# 饲用抗生素替代品对肉鸡生产性能、 抗氧化性能、免疫性能和肠道菌群的影响

丁 晓, 杨在宾\*, 任小杰  
(山东农业大学动物科技学院,

山东省动物生物工程与疾病防治重点实验室, 山东泰安 271018)

**摘 要:** 试验旨在研究饲用抗生素替代品对肉鸡生产性能、抗氧化性能、免疫性能和肠道菌群的影响。选用1日龄爱拔益加肉鸡384只, 随机分为4个处理。对照组饲喂基础饲料, 试验组分别在基础饲料中添加0.5 g/kg八角油、1 g/kg蚯蚓肽和0.02 g/kg杆菌肽锌。试验期为42 d。结果显示: 与对照组相比, 试验组42日龄体重、1~21日龄和1~42日龄平均日采食量, 1~42日龄平均日增重均显著提高( $P<0.05$ )。与对照组和蚯蚓肽组相比, 八角油组和杆菌肽锌组1~21日龄和1~42日龄料重比显著降低( $P<0.05$ )。与对照组相比, 饲料中添加八角油显著提高肝脏、血清21日龄和42日龄超氧化物歧化酶(SOD)和谷胱甘肽过氧化物酶(GSH-Px)活力( $P<0.05$ ), 并显著降低丙二酸(MDA)含量( $P<0.05$ )。杆菌肽锌组42日龄血清、21日龄和42日龄肝脏抗氧化性能显著改善( $P<0.05$ )。相比于对照组, 饲料中添加八角油、蚯蚓肽和杆菌肽锌显著提高脾脏指数( $P<0.05$ ), 42日龄盲肠大肠杆菌和乳酸菌数量均显著改善( $P<0.05$ )。结果表明, 饲料中添加0.5 g/kg八角油或1 g/kg蚯蚓肽均可改善肉鸡生产性能, 提高抗氧化性能和免疫性能。

**关键词:** 八角油; 蚯蚓肽; 杆菌肽锌; 肉鸡; 抗氧化性能; 免疫; 肠道菌群

中图分类号: S831.5

文献标识码: A

文章编号: 1004-6364(2018)10-21-06

## Effects of Substitutes of Feed Antibiotic on Growth Performance, Antioxidant Property, Immune Function and Intestinal Microorganism in Broilers

DING Xiao, YANG Zaibin\*, REN Xiaojie

(College of Animal Science and Technology, Shandong Agricultural University,  
Shandong Provincial Key Laboratory of Animal Biotechnology and  
Disease Control and Prevention, Tai'an, Shandong 271018)

**Abstract:** The experiment was conducted to investigate the effects of substitutes of feed antibiotic on growth performance, antioxidant property, immune function and intestinal microorganism of broiler chickens. Three hundred and eighty-four 1-day-age Arbor Acres broilers were randomly allocated to 4 treatments. The birds were fed corn-soybean meal based diets supplemented with 0.5 g/kg star anise extraction, 1 g/kg earthworm and 0.02 g/kg Bacitracin zinc for 42 days. The results showed that the experiment treatments had higher body weight at 42 days of age, average daily feed intake at 1 to 21 and 1 to 42 days of age, and average daily gain at 1 to 42 days of age than those of the control treatment ( $P<0.05$ ). The star anise extraction and Bacitracin zinc treatment had higher feed conversion than those in the control and

收稿日期: 2018-03-06; 修回日期: 2018-04-22

基金项目: 公益性行业(农业)科研专项经费(201403047); 山东省“双一流”奖补资金

作者简介: 丁晓(1991-), 女, 博士研究生, 研究方向为动物营养与饲料科学, E-mail: 18853810232@163.com

\*通讯作者: 杨在宾(1961-), 男, 教授, 主要从事动物营养与饲料科学研究, E-mail: yangzb@sdau.edu.cn

earthworm group during 1 to 21 and 1 to 42 days of age ( $P<0.05$ ). The star anise treatment had increased activities of superoxide dismutase (SOD) and glutathione peroxidase (GSH-Px) but decreased content of malonaldehyde (MDA) in liver and serum at 21 days and 42 days of age compared with the control treatment ( $P<0.05$ ). And the Bacitracin zinc treatment also had improved antioxidant property in serum at 42 days of age and in liver at 21 and 42 days of age ( $P<0.05$ ). The experiment treatments had increased the spleen index ( $P<0.05$ ), and reduced *E. coli* count and increased *Lactobacillus* count in cecum at 42 days of age compared to the control treatment ( $P<0.05$ ). These results indicated that dietary supplemented with 0.5 g/kg star anise extract and 1 g/kg earthworm could improve growth performance, antioxidant property and immune function in broilers.

**Key words:** star anise extraction; earthworms; Bacitracin zinc; broiler; antioxidant property; immune; intestine microorganism

长期以来,饲用抗生素作为最早用作饲料添加剂的物质,在改善动物肠道微生态、促进养分的吸收利用等方面发挥了很大作用<sup>[1]</sup>。然而,随着抗生素使用导致的安全隐患逐渐显现,寻求有饲用抗生素类似功能的新型饲料添加剂成为行业热点。其中,动、植物及其提取物作为饲用抗生素的替代品研究甚多<sup>[2-5]</sup>。本实验室早期对八角及其精油改善肉鸡生长性能、肠道发育和养分利用率进行了研究<sup>[2,6]</sup>,并对蚯蚓肽降低肉鸡死淘率,提高经济效益的研究取得一定进展<sup>[3]</sup>。

以往有关八角和蚯蚓在畜禽上应用的研究主要集中在刺激食欲、促进生长和体外试验等方面,其对抗氧化性能和免疫性能的影响鲜有报道,以提取物形式添加的报道更少。本研究对比分析了八角油、蚯蚓肽和杆菌肽锌在改善肉鸡健康和生产性能上的影响。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

八角油由山东农业大学动物营养与代谢研究室提取。采用乙醇抽提法,称200 g(精确至0.1 g)粉碎烘干后的八角置于滤纸桶中,将滤纸桶放入抽提管,加入70%乙醇至没过虹吸管,在(60±5)℃的水浴上加热,使乙醇回流4 h或至没有明显颜色为止,将平底烧瓶中乙醇回收后收集剩余液体,于棕色广口瓶中4℃保存备用;主要成分含量使用GC-2014气相色谱仪(日本岛津公司)进行分析,采用外标法计算,其中反式茴香脑为(555±5) g/kg,草蒿脑为(61.7±1) g/kg,茴香醛为(45.6±1) g/kg。本实验室早期研究结果表明,肉鸡饲料中八角油添加的最佳剂量为0.5 g/kg(未发表)。

蚯蚓肽(纽萨夫NSF-QY05):北京艾克赛德生物工程技术有限公司提供,提取工艺参见文献<sup>[7]</sup>。粗蛋

白>12%,粗灰分<8%,4 530 u活性肽含量>0.115 g/kg,富含特殊蛋白和功能性多肽,含有未知生长因子。建议添加量为1 g/kg。

杆菌肽锌:15%的杆菌肽锌预混剂,绿康生化股份有限公司提供。建议添加量为0.02 g/kg。

### 1.2 试验设计

选取健康、体重(38.38±2.51) g接近的1日龄爱拔益加(AA)肉雏鸡384只(公母各半),随机分为4个处理,每个处理12个重复,每个重复8只鸡。试验采用单因素完全随机设计,对照组饲喂基础饲料,其余三组分别在基础饲料中添加0.5 g/kg八角油,1 g/kg蚯蚓肽、0.02 g/kg杆菌肽锌。试验期42 d,分为试验前期(1~21日龄)和后期(22~42日龄),基础饲料参照NRC(1994)配置,组成及营养水平见表1。

表1 基础饲料组成及营养水平(风干基础) %

日粮组成	1~21	22~42	营养水平	1~21	22~42
	日龄	日龄		日龄	日龄
玉米	58.40	63.09	代谢能(MJ/kg)	13.51	13.80
豆粕	35.40	29.50	粗蛋白质	21.92	19.91
豆油	2.20	3.48	钙	1.12	0.93
石粉	1.62	1.98	有效磷	0.48	0.35
磷酸氢钙	1.28	0.90	赖氨酸	1.23	1.07
氯化钠	0.23	0.23	蛋氨酸	0.49	0.38
氯化胆碱	0.09	0.09			
DL-蛋氨酸	0.28	0.25			
赖氨酸	0.10	0.08			
预混料	0.40	0.40			
合计	100.00	100.00			

注:预混料为每千克饲料提供:VA 8 050 IU,VB<sub>12</sub> 3 000 IU,VE 30 mg, VK<sub>3</sub> 5 mg,VB<sub>1</sub> 2.58 mg,VB<sub>2</sub> 12.5 mg,泛酸钙13 mg,烟酸45 mg,生物素0.20 mg,叶酸1.20 mg,Mn 100 mg,Fe 80 mg,Zn 58 mg,Cu 8.8 mg,Se 0.28 mg;代谢能为计算值,其余为实测值。

### 1.3 饲养管理

试验鸡笼养,自由采食和饮水,每日观察鸡群

健康情况;第一周保持32℃,随后每周降低2℃,直至26℃;24 h光照,前期强度15 lx,后期降至5 lx,按照常规免疫程序进行疫苗接种。

#### 1.4 测定指标及方法

##### 1.4.1 生产性能

每周测定肉鸡体重和采食量,计算平均日采食量、平均日增重和料重比。

##### 1.4.2 抗氧化性能

试验第21和42天,每个处理每个重复选取1只体重接近平均体重的健康肉鸡,空腹12 h,翅静脉采血,分离血清,随后折颈处死,分离肝脏,-20℃保存备用。总超氧化物歧化酶(T-SOD)活力、谷胱甘肽过氧化物酶(GSH-Px)活力和丙二醛(MDA)含量采用试剂盒测定,试剂盒购自南京建成生物工程有限公司。

##### 1.4.3 免疫器官指数

试验第42天,每个处理每个重复选取1只体重接近平均体重的健康肉鸡,空腹12 h,折颈处死,分离胸腺、脾脏、法氏囊,称重,用于免疫器官指数的计算,免疫器官指数(g/kg)=器官重(g)/活重(kg)。

##### 1.4.4 肠道菌群

试验第21和42天,每个处理每个重复分别处死1只体重接近平均体重的健康肉鸡,分离左侧盲肠,采用平板菌落计数法测定盲肠食糜中大肠

杆菌和乳酸菌的含量,结果用每克盲肠食糜中细菌个数的常用对数lg(cfu/g)表示。

#### 1.5 统计与分析

试验数据采用SAS 8.2进行单因素方差分析和Duncan法多重比较,显著水平为 $P<0.05$ ,数据以(平均值±标准差)表示。

### 2 结果与分析

#### 2.1 八角油、蚯蚓肽和杆菌肽锌对肉鸡生产性能的影响

八角油、蚯蚓肽和杆菌肽锌对肉鸡生产性能的影响见表2。由表2可知,饲料中添加八角油、蚯蚓肽和杆菌肽锌均显著提高21日龄体重和1~21日龄平均日增量( $P<0.05$ ),相比于蚯蚓肽组,饲料中添加八角油和杆菌肽锌作用效果更明显( $P<0.05$ )。与对照组相比,其余各组42日龄体重、1~21日龄平均日采食量、1~42日龄平均日采食量和平均日增重均显著提高( $P<0.05$ )。与对照组和蚯蚓肽组相比,饲料中添加八角油和杆菌肽锌显著降低1~21日龄和1~42日龄料重比( $P<0.05$ )。与对照组相比,杆菌肽锌组22~42日龄平均日采食量显著提高( $P=0.043$ ),而饲料中添加八角油和蚯蚓肽无此作用效果( $P>0.05$ )。由此证明,饲料中添加八角油和蚯蚓肽均能通过提高肉鸡体重和平均日采食量来改善生产性能。

表2 八角油、蚯蚓肽和杆菌肽锌对肉鸡生产性能的影响

组别	体重(g)		1~21日龄			22~42日龄			1~42日龄		
	21日龄	42日龄	平均日增重(g/d)	平均日采食量(g/d)	料重比	平均日增重(g/d)	平均日采食量(g/d)	料重比	平均日增重(g/d)	平均日采食量(g/d)	料重比
对照组	508.91±0.58 <sup>a</sup>	2 309.48±13.79 <sup>b</sup>	22.40±0.25 <sup>a</sup>	34.51±0.76 <sup>a</sup>	1.54±0.01 <sup>a</sup>	85.74±0.53	166.11±0.61 <sup>b</sup>	1.94±0.04	54.07±0.25 <sup>a</sup>	100.31±0.32 <sup>b</sup>	1.74±0.01 <sup>a</sup>
八角油组	623.57±1.25 <sup>a</sup>	2 444.07±61.28 <sup>a</sup>	27.86±0.35 <sup>a</sup>	37.98±0.47 <sup>a</sup>	1.36±0.03 <sup>b</sup>	86.69±0.67	168.26±0.22 <sup>a</sup>	1.94±0.03	57.28±0.43 <sup>a</sup>	103.12±0.14 <sup>a</sup>	1.65±0.01 <sup>b</sup>
蚯蚓肽组	570.00±1.54 <sup>a</sup>	2 391.09±21.80 <sup>b</sup>	25.31±0.46 <sup>b</sup>	37.87±0.59 <sup>a</sup>	1.50±0.06 <sup>a</sup>	86.72±0.72	168.64±0.45 <sup>a</sup>	1.95±0.02	56.01±0.52 <sup>a</sup>	103.26±0.47 <sup>a</sup>	1.72±0.03 <sup>a</sup>
杆菌肽锌组	626.53±1.98 <sup>a</sup>	2 436.09±57.31 <sup>a</sup>	28.00±0.78 <sup>a</sup>	37.86±1.08 <sup>a</sup>	1.35±0.04 <sup>b</sup>	87.36±2.55	170.29±3.48 <sup>a</sup>	1.96±0.03	57.68±2.03 <sup>a</sup>	104.07±1.11 <sup>a</sup>	1.66±0.04 <sup>b</sup>

注:同列数据肩标无字母或相同字母表示差异不显著( $P>0.05$ ),不同小写字母表示差异显著( $P<0.05$ ),下同。

#### 2.2 八角油、蚯蚓肽和杆菌肽锌对肉鸡抗氧化性能的影响

八角油、蚯蚓肽和杆菌肽锌对肉鸡抗氧化性能的影响见表3和表4。由表3、表4可知,与对照组相比,饲料中添加八角油显著提高肝脏和血清21日龄和42日龄SOD和GSH-Px活力、降低MDA含量( $P<0.05$ )。相比于其余各组,蚯蚓肽组血清21日龄SOD活力最高( $P<0.05$ ),杆菌肽锌组血清21日龄GSH-Px活力最高( $P<0.05$ )。与对照组相比,杆菌肽锌组42日龄血清、21日龄和42日龄肝脏抗

氧化性能显著改善( $P<0.05$ ),而21日龄血清中MDA含量没有影响( $P>0.05$ )。饲料中添加蚯蚓肽显著提高21日龄和42日龄血清SOD活力、42日龄血清GSH-Px活力、21日龄肝脏SOD活力以及21日龄和42日龄肝脏GSH-Px活力( $P<0.05$ ),而对肉鸡血清和肝脏MDA含量均无显著影响( $P>0.05$ )。由此可见,八角油、蚯蚓肽和杆菌肽锌均能通过提高血清和肝脏SOD、GSH-Px活力,降低MDA含量来改善肉鸡的抗氧化性能,且作用效果为八角油>杆菌肽锌>蚯蚓肽。

表3 八角油、蚯蚓肽和杆菌肽锌对肉鸡血清抗氧化性能的影响

组别	21日龄			42日龄		
	SOD(U/mL)	GSH-Px(U/mL)	MDA(nmol/mL)	SOD(U/mL)	GSH-Px(U/mL)	MDA(nmol/mL)
对照组	185.72±3.82 <sup>a</sup>	2 116.53±56.10 <sup>a</sup>	6.69±0.47 <sup>a</sup>	203.25±4.74 <sup>b</sup>	1 894.37±61.82 <sup>b</sup>	17.15±0.65 <sup>a</sup>
八角油组	223.19±3.31 <sup>b</sup>	2 420.88±34.55 <sup>b</sup>	6.16±0.24 <sup>b</sup>	263.03±7.90 <sup>a</sup>	2 200.78±68.66 <sup>a</sup>	12.12±0.54 <sup>b</sup>
蚯蚓肽组	231.14±6.63 <sup>a</sup>	2 149.57±94.61 <sup>a</sup>	6.52±0.09 <sup>a</sup>	264.48±9.56 <sup>a</sup>	2 163.48±105.87 <sup>a</sup>	17.01±0.20 <sup>a</sup>
杆菌肽锌组	225.59±3.38 <sup>b</sup>	2 574.07±63.28 <sup>a</sup>	6.47±0.12 <sup>b</sup>	259.40±3.67 <sup>a</sup>	2 213.64±42.72 <sup>a</sup>	11.67±0.68 <sup>b</sup>

表4 八角油、蚯蚓肽和杆菌肽锌对肉鸡肝脏抗氧化性能的影响

组别	21日龄			42日龄		
	SOD(U/mg)	GSH-Px(U/mg)	MDA(nmol/mg)	SOD(U/mg)	GSH-Px(U/mg)	MDA(nmol/mg)
对照组	160.68±5.63 <sup>b</sup>	271.99±5.03 <sup>c</sup>	3.64±0.57 <sup>a</sup>	143.51±2.70 <sup>b</sup>	307.53±5.23 <sup>c</sup>	2.04±0.04 <sup>a</sup>
八角油组	176.23±5.40 <sup>a</sup>	335.56±4.05 <sup>b</sup>	1.93±0.09 <sup>b</sup>	164.78±1.18 <sup>a</sup>	370.08±7.24 <sup>b</sup>	1.56±0.07 <sup>b</sup>
蚯蚓肽组	174.24±3.49 <sup>a</sup>	344.91±0.90 <sup>a</sup>	3.89±0.61 <sup>a</sup>	145.73±2.03 <sup>b</sup>	387.38±1.30 <sup>a</sup>	2.04±0.07 <sup>a</sup>
杆菌肽锌组	173.23±8.43 <sup>a</sup>	346.43±5.15 <sup>a</sup>	2.03±0.16 <sup>b</sup>	164.68±3.49 <sup>a</sup>	382.32±4.80 <sup>a</sup>	1.49±0.06 <sup>c</sup>

2.3 八角油、蚯蚓肽和杆菌肽锌对肉鸡免疫器官指数的影响

八角油、蚯蚓肽和杆菌肽锌对肉鸡免疫器官指数的影响见表5。由表5可知,饲料中添加八角油、蚯蚓肽和杆菌肽锌均显著提高脾脏指数( $P<0.05$ ),而对胸腺和法氏囊指数无显著影响( $P>0.05$ )。提示八角油和蚯蚓肽能提高肉鸡的脾脏指数。

表5 八角油、蚯蚓肽和杆菌肽锌对肉鸡免疫器官指数的影响 g/kg

组别	胸腺	脾脏	法氏囊
对照组	1.27±0.05	4.75±0.21 <sup>b</sup>	0.62±0.01
八角油组	1.25±0.07	5.71±0.07 <sup>a</sup>	0.62±0.01
蚯蚓肽组	1.24±0.07	5.73±0.20 <sup>a</sup>	0.62±0.01
杆菌肽锌组	1.26±0.10	5.89±0.87 <sup>a</sup>	0.62±0.05

2.4 八角油、蚯蚓肽和杆菌肽锌对肉鸡盲肠微生物的影响

八角油、蚯蚓肽和杆菌肽锌对肉鸡盲肠微生物的影响见表6。由表6可知,相比于对照组和八角油组,蚯蚓肽组21日龄大肠杆菌数量显著降低( $P=0.025$ ),而杆菌肽锌组与各组差异不显著( $P>0.05$ )。与对照组和蚯蚓肽组相比,饲料中添加八角油和杆菌肽锌显著提高21日龄乳酸菌数量( $P=0.008$ )。八角油组、蚯蚓肽组和杆菌肽锌组42日龄盲肠大肠杆菌和乳酸菌数量均显著改善( $P<0.05$ ),同时,对42日龄乳酸菌含量的提高,杆菌肽锌组作用效果最明显( $P<0.05$ )。上述结果说明,饲料中添加八角油和蚯蚓肽可以改善肉鸡盲肠微生物组成,且作用效果为蚯蚓肽>杆菌肽锌>八角油。

表6 八角油、蚯蚓肽和杆菌肽锌对肉鸡肠道菌群的影响 lg(cfu/g)

组别	21日龄		42日龄	
	大肠杆菌	乳酸菌	大肠杆菌	乳酸菌
对照组	6.91±0.12 <sup>a</sup>	8.58±0.11 <sup>b</sup>	7.54±0.21 <sup>a</sup>	7.02±0.08 <sup>a</sup>
八角油组	6.90±0.13 <sup>a</sup>	8.92±0.25 <sup>a</sup>	7.18±0.09 <sup>b</sup>	7.58±0.09 <sup>b</sup>
蚯蚓肽组	6.68±0.19 <sup>b</sup>	8.62±0.10 <sup>b</sup>	7.19±0.09 <sup>b</sup>	7.69±0.07 <sup>a</sup>
杆菌肽锌组	6.78±0.16 <sup>a</sup>	8.91±0.33 <sup>a</sup>	7.11±0.49 <sup>b</sup>	7.81±0.22 <sup>a</sup>

3 讨论

3.1 饲用抗生素替代品对肉鸡生产性能的影响

八角等芳香类植物含有多种有效成分,其主要有刺激食欲和促进消化液分泌的作用<sup>[2,8]</sup>;蚯蚓能散发出特殊气味,极易引诱和刺激各种动物的食欲<sup>[9]</sup>;抗生素一直被作为生长促进剂广泛使用,杆菌肽锌按照饲料水平添加,在肠道中基本不被吸收,其作用是改善肠道微生物区系和肠壁结构,通过抑制发酵减少养分损失和增加代谢率以提高生产性能<sup>[10]</sup>。丁晓等<sup>[2]</sup>研究表明,5 g/kg八角粉和0.2 g/kg八角精油作为饲料添加剂能显著提高21日龄肉仔鸡的体重、平均日增重和平均日采食量;李东光等<sup>[11]</sup>研究表明,饲料中添加1%的蚯蚓抗菌肽可显著提高肉鸡日增重,降低料重比和死亡率。本研究表明,与对照组相比,肉鸡饲料中添加八角油、蚯蚓肽和杆菌肽锌,42日龄体重分别增加5.83%、3.53%和5.48%;1~21日龄平均日采食量分别增加10.039%、9.731%和9.681%;1~42日龄平均日采食量分别增加2.799%、2.933%和3.745%,以及1~42日龄平均日增重分别增加5.926%、3.594%和6.676%,与上述研究结果基本一致,这可能与八角油和蚯蚓肽可以诱导肉鸡采食的特殊

气味有关,采食量增加导致平均日增重提高,从而提高肉鸡体重。

### 3.2 饲用抗生素替代品对肉鸡抗氧化性能的影响

机体通过酶系统和非酶系统产生氧自由基,后者能攻击生物膜中的多不饱和脂肪酸,引起脂质过氧化反应<sup>[12,13]</sup>。众所周知,SOD、GSH-Px和MDA是三种显著影响肉鸡抗氧化性能的指标。SOD能清除超氧阴离子,保护细胞免受损伤;GSH-Px是机体广泛存在的一种重要的催化过氧化氢分解的酶,它特异性催化还原谷胱甘肽对过氧化氢的还原反应,可以起到保护细胞膜结构和功能完整的作用;MDA可反映机体内脂质过氧化的程度,间接反映出细胞损伤的程度<sup>[14]</sup>。Padmashree等<sup>[15]</sup>通过体外试验表明,八角粉及其醇提取物对精炼葵花油有良好的抗氧化作用;蚯蚓对抗氧化性能的改善尚未见报道。本研究表明,八角油、蚯蚓肽和杆菌肽锌均能一定程度改善肉鸡血清和肝脏的抗氧化性能,其中八角油作用效果最明显;八角中富含反式茴香醚、草蒿脑和大茴香醛等有效成分<sup>[2]</sup>,作为传统中草药,其有效成分具有抗菌、抗氧化等多种作用<sup>[16]</sup>;蚯蚓体内含有胆碱酯酶、过氧化氢酶、SOD、植酸酶等多种酶类<sup>[9]</sup>。这些酶类可能与其提高肉鸡抗氧化性能有关,其具体机理还需要进一步研究。

### 3.3 饲用抗生素替代品对肉鸡免疫器官指数的影响

胸腺、脾脏和法氏囊是禽类最重要的三种免疫器官,是免疫细胞形成、分化、成熟及抗体产生的主要器官,其生长发育状况与机体的免疫功能密切相关,而免疫器官称重法是目前研究免疫体况的方法之一<sup>[4,17]</sup>。一般认为,免疫器官重量降低为免疫抑制所致,而免疫器官重量增加则为免疫增强的表现。Amad等<sup>[8]</sup>研究表明,饲料中添加0.15、0.75或1.5 g/kg八角和百里香混合精油对肉鸡脾脏指数没有影响;Cho等<sup>[18]</sup>研究表明,饲料中添加0.25 g/kg八角和百里香混合精油对肉鸡脾脏和法氏囊相对重量没有显著影响;谢大识等<sup>[4]</sup>研究发现,肉鸡饮水中添加0.5%和1.5%蚯蚓提取物显著提高肉鸡的免疫器官指数,而3%蚯蚓提取物有抑制作用;朱宇旌等<sup>[17]</sup>研究表明,肉鸡饲喂添加3%鱼粉和2%蚯蚓肽混合饲料,其胸腺指数、脾脏指数和法氏囊指数分别较对照组提高了17.10%、12.50%和5.17%。本试验结果表明,饲料中添加八

角油、蚯蚓肽和杆菌肽锌,肉鸡脾脏指数较对照组分别提高1.886%、1.311%和2.413%。本试验中八角油对肉鸡的作用和先前研究的结果不一致,这可能与八角添加的形式和剂量有关,本试验中八角是以提取物的形式独立添加,提取物较八角含有更丰富的有效成分,而肉鸡脾脏指数的提高可能与这些有效成分有关,其可以改善肉鸡的生产性能和抗氧化性能,从而保证肉鸡健康生长,反过来作用于肉鸡的免疫器官,提高肉鸡的免疫性能;蚯蚓肽对肉鸡的作用与前人的研究基本一致,这可能与蚯蚓体内能提高肉鸡免疫性能的抗菌肽、蚓激酶、纤溶酶、抗肿瘤蛋白等生物活性物质有关<sup>[11,19]</sup>。

### 3.4 饲用抗生素替代品对肉鸡盲肠微生物的影响

肉鸡盲肠中存在着大量的微生物,大多数是消化道中的常在菌<sup>[20]</sup>,一般不致病,但当宿主体体发生变化或进入消化道以外的部位,则成为致病菌;乳酸菌是肠道中的常在菌,对致病菌有抑制作用,是动物机体抵抗疾病的一道天然屏障<sup>[21,22]</sup>。陈奇等<sup>[23]</sup>通过体外抑菌试验证明,不同形式的八角提取物均对大肠杆菌、酵母菌和霉菌有一定抑制作用;郭朝晖等<sup>[24]</sup>研究表明,八角等中药挥发油对革兰氏阳性菌及革兰氏阴性菌均有一定抑制作用;Cho等<sup>[18]</sup>研究表明,饲料中添加0.25 g/kg八角和百里香混合精油可以显著降低肉鸡小肠到大肠段产气荚膜梭菌和大肠杆菌的数量,但对乳酸菌的数量没有显著影响;郑津辉等<sup>[25]</sup>通过抑菌试验证明蚯蚓粗提液对革兰氏阳性菌代表菌株金黄色葡萄球菌和革兰氏阴性菌代表菌株大肠杆菌有明显的抗菌活性,且受温度以及pH值的影响不大;刘兵<sup>[26]</sup>研究发现,通过电击提取的蚯蚓提取液对大肠杆菌和黄曲霉均有抑制作用。本试验结果表明,八角油、蚯蚓肽和杆菌肽锌均能显著改善肉鸡42日龄肠道菌群结构,促进有益菌生长,抑制有害菌生长;这与先前的体外试验结果基本一致,八角精油是脱水剂、蛋白质变性剂,可使蛋白质脱水、变性,损害细胞膜而具杀菌能力,其具有良好的抑菌、杀虫活性<sup>[23,27]</sup>,蚯蚓肽中富含的抗菌肽是生物体内经诱导产生的一种具有生物活性的小分子多肽,是一种具有无毒副作用、广谱高效杀菌活性的碱性多肽类物质,是生物天然免疫防御系统的重要组成部分<sup>[19]</sup>,肠道菌群结构的改善与肉鸡生产性能和免疫性能增强的结果一致。

#### 4 结 论

饲料中添加八角油和蚯蚓肽均能通过提高肉鸡体重和平均采食量改善其生产性能,且八角油主要表现为抗氧化性能的提高,蚯蚓肽主要表现为盲肠微生物含量的改善,两者侧重点不同,均可以一定程度上替代饲用抗生素杆菌肽锌。

#### 参考文献:

- [1] 杨凤. 动物营养学[M]. 2版. 北京: 中国农业出版社, 1999: 143-144.
- [2] 丁晓, 杨在宾, 姜淑贞, 等. 八角及其精油和残渣对肉仔鸡生长性能、肠道发育和养分利用率的影响[J]. 动物营养学报, 2017, 29(3): 882-889.
- [3] 王小明, 杨在宾, 李洪涛. 蚯蚓肽对肉鸡生长性能的影响及效益分析[J]. 家禽科学, 2017(9): 9-12.
- [4] 谢大识, 吴诚, 康映辉, 等. 蚯蚓提取物对肉鸡免疫功能的影响研究[J]. 畜禽业, 2008(4): 8-10.
- [5] 陈鹏, 杨在宾, 黄丽波, 等. 八角和杜仲叶提取物对断奶仔猪生长性能、血清酶活性及肝脏肿瘤坏死因子- $\alpha$ 分布和表达的影响[J]. 动物营养学报, 2017(3): 874-881.
- [6] DING X, YANG C W, YANG Z B. Effects of star anise (*Illicium verum* Hook.f.), essential oil, and leavings on growth performance, serum, and liver antioxidant status of broiler chickens [J]. Journal of Applied Poultry Research, 2017, 26(4): 459-466.
- [7] 孙振钧. 一种蚯蚓抗菌肽的制备方法: CN1360833 A[P]. 2002-07-31.
- [8] AMAD A A, MANNER K, WENDLER K R, et al. Effects of a phytogetic feed additive on growth performance and ileal nutrient digestibility in broiler chickens [J]. Poultry Science, 2011, 90(12): 2811-2816.
- [9] 汪倬, 周骏江, 周念波, 等. 蚯蚓作为新型动物性蛋白饲料的可行性研究[J]. 安徽农业科学, 2008(13): 5467-5468.
- [10] 彭淑华. 蚯蚓渣营养价值评定及其在肉鸡日粮的应用研究[D]. 长沙: 湖南农业大学, 2009.
- [11] 李冬光, 施晓丽. 蚯蚓抗菌肽对贵州黄鸡生产性能的影响研究[J]. 饲料工业, 2011(12): 45-47.
- [12] LIN H, DECUYPERE E, BUYSE J. Acute heat stress induces oxidative stress in broiler chickens [J]. Comparative Biochemistry & Physiology Part A Molecular & Integrative Physiology, 2006, 144(1): 11-17.
- [13] MUJAHID A, AKIBA Y, TOYOMIZU M. Acute heat stress induces oxidative stress and decreases adaptation in young white leghorn cockerels by downregulation of avian uncoupling protein [J]. Poultry Science, 2007, 86(2): 364-371.
- [14] ZHANG G F, YANG Z B, WANG Y, et al. Effects of ginger root (*Zingiber officinale*) processed to different particle sizes on growth performance, antioxidant status, and serum metabolites of broiler chickens [J]. Poultry Science, 2009, 88(10): 2159-2166.
- [15] PADMASHREE A, ROOPA N, SEMWAL A D, et al. Star-anise (*Illicium verum*) and black caraway (*Carum nigrum*) as natural antioxidants [J]. Food Chemistry, 2007, 104: 59-66.
- [16] ERTAS O N, GULER T, CIFTCI M, et al. The effect of an essential oil mix derived from oregano, clove and anise on broiler performance [J]. International Journal of Poultry Science, 2005, 4(11): 879-884.
- [17] 朱宇旌, 李维, 张勇, 等. 蚯蚓粉对肉鸡生长性能、营养物质代谢及免疫功能的影响[J]. 沈阳农业大学学报, 2010(6): 695-700.
- [18] CHO J H, KIM H J, KIM I H. Effects of phytogetic feed additive on growth performance, digestibility, blood metabolites, intestinal microbiota, meat color and relative organ weight after oral challenge with *Clostridium perfringens* in broilers [J]. Livestock Science, 2014(160): 82-88.
- [19] 罗绍奎, 王德凤, 韩黔明, 等. 蚯蚓作为饲料添加剂在畜牧生产中的应用研究进展[J]. 上海畜牧兽医通讯, 2013(4): 20-21.
- [20] 赵旭, 沈一茹, 陈杰, 等. 不同种类酸化剂对肉鸡肠道发育、消化酶活性以及微生物数量的影响[J]. 动物营养学报, 2015(11): 3509-3515.
- [21] 王俐, 蔡辉益, 刘国华. 不同抗生素对肉鸡肠道微生物的影响[J]. 饲料工业, 2002(8): 11-13.
- [22] 除会良, 应小强, 杨刚. 牛至油对肉鸡肠道微生物菌群的影响[J]. 中兽医学杂志, 2005(3): 8-10.
- [23] 陈奇, 张根生, 邢楠楠, 等. 八角茴香精油的抗菌活性及在肉类保鲜中的应用研究[J]. 中国调味品, 2007(4): 49-51.
- [24] 郭朝晖, 张西玲, 谢楠, 等. 中药作为防腐剂的实验研究 (I)——4种中药挥发油的体外抑菌作用[J]. 甘肃中医学院学报, 2002(2): 16-17.
- [25] 郑津辉, 王景安, 宋丽. 蚯蚓抗菌肽的抗菌活性及影响因素的研究[J]. 食品科技, 2009(7): 188-190.
- [26] 刘兵. 蚯蚓抗菌肽提取纯化及其性质研究[D]. 贵阳: 贵州大学, 2008.
- [27] 张赞彬, 郭媛. 三种方法提取八角茴香精油及其抗菌活性研究[J]. 德州学院学报, 2012(2): 1-8.